

03407256     \*\*Image available\*\*  
MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR DEVICE

PUB. NO.:        03-070156 [ J P 3070156 A]  
PUBLISHED:      March 26, 1991 (19910326)  
INVENTOR(s):    OTOI FUMIO  
APPLICANT(s):   OKI ELECTRIC IND CO LTD [000029] (A Japanese Company or  
                 Corporation), JP (Japan)  
APPL. NO.:      01-205601 [JP 89205601]  
FILED:          August 10, 1989 (19890810)  
INTL CLASS:     [5] H01L-021/76  
JAPIO CLASS:    42.2 (ELECTRONICS -- Solid State Components)  
JOURNAL:        Section: E, Section No. 1077, Vol. 15, No. 233, Pg. 99, June  
                 14, 1991 (19910614)

ABSTRACT

PURPOSE: To manufacture an element excellent in insulating properties of silicon island region and pattern accuracy by performing anode formation within high concentration of hydrofluoric acid solution as the first step, and performing anode formation within low concentration of hydrofluoric acid solution as the second step.

CONSTITUTION: As the first step, anode formation is done in, for example, 40% hydrofluoric acid solution so as to form a high density of porous silicon layer 15 at the surface of a substrate 11. Successively, as the second step, anode formation is done in 20% hydrofluoric acid solution so as to form a low density of porous silicon layer 16 for the porous silicon layer 15, in the deeper region of the substrate 11. Next, these porous silicon layers 15 and 16 are thermally oxidized. A high density of porous silicon oxide 15' made by oxidation of the porous silicon layer 15 is formed at the surface on its vicinity of the substrate 11, and in the deeper region, a low density of porous silicon oxide 16' made by oxidation of the porous silicon layer 16 is formed. And a plurality of silicon island regions 14 are separated electrically from each other. A transistor is formed to the silicon island region 14.

## ⑫ 公開特許公報(A) 平3-70156

⑬ Int.Cl.<sup>3</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成3年(1991)3月26日

H 01 L 21/76

M

7638-5F

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全5頁)

⑮ 発明の名称 半導体装置の製造方法

⑯ 特 願 平1-205601

⑰ 出 願 平1(1989)8月10日

⑱ 発 明 者 音 居 文 雄 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気工業株式会社内

⑲ 出 願 人 沖電気工業株式会社 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号

⑳ 代 理 人 弁理士 菊 池 弘

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

半導体装置の製造方法

## 2. 特許請求の範囲

フッ化水素酸溶液中で陽極化成して、シリコン基板を表面側から所定の深さまで多孔質シリコン層とし、その後、該多孔質シリコン層の酸化工程を有する半導体装置の製造方法において、

多孔質シリコン層形成工程は、まず第1段階として濃度の高いフッ化水素酸溶液中で陽極化成して、基板の表面側を高密度の多孔質シリコン層とし、次に第2段階として濃度の低いフッ化水素酸溶液中で陽極化成して、基板の深い領域を低密度の多孔質シリコン層とすることを特徴とする半導体装置の製造方法。

## 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明は、多孔質シリコンの生成およびその酸化工程を有する半導体装置の製造方法に関するものである。

(従来の技術)

多孔質シリコン酸化物によって完全絶縁物分離されたシリコン島領域を有する半導体装置の従来の製造方法を第3図に示す。この方法は、文献「沖電気研究開発50(1)P63~68」に開示される。

まず第3図(a)において、1はP型シリコン基板であり、この基板1上に絶縁酸化膜2を被着する。

次に、周知のホトリソエッチング技術にて分離開口窓3を絶縁酸化膜2に形成する。しかる後、その分離開口窓3を通してP型不純物のイオン注入を行うことにより、その分離開口窓3に対応する部分の基板1表面に高濃度のP型層4を形成する。(第3図(b))

その後、イオン注入を行うことにより、絶縁酸化膜2下の基板1表面にN型層のシリコン島領域5を形成する。このシリコン島領域5の深さはイオン注入加速電圧によって制御される。この時、前記高濃度P型層4が形成されていた領域は、該高濃度P型層4によってN型層が形成されること防止され、かつ基板1の他の領域と同様に低濃

度P型領域に戻る。(第3図(c))

次に、フッ化水素酸などの強酸性溶液中でP型シリコン基板1を所定の深さまで陽極化成することにより、シリコン基板1の表面側を、N型のシリコン島領域5を残して多孔質シリコン層6とする(第3図(d))。

しかる後、この多孔質シリコン層6に酸化処理を施すことにより、多孔質シリコン層6を多孔質シリコン酸化物6'とする。これにより、複数のシリコン島領域(素子領域)5は互いに多孔質シリコン酸化物(分離領域)6'により電気的に分離される。(第3図(e))

その後、シリコン島領域5上の絶縁酸化膜2を除去する(第3図(f))。

その後、シリコン島領域5に対してトランジスタを形成する。

(発明が解決しようとする課題)

しかるに、上記のような従来の製造方法では、多孔質シリコン層6の酸化工程により、①シリコン島領域5に欠陥が発生しトランジスタ特性を劣

化させる、②シリコン基板1に反りが発生し、後の製造工程上、パターン精度が悪くなるという問題点があった。

これらの問題点は多孔質シリコン層6の密度に依存し、密度を小さくすれば上記問題点は軽減される。しかし、多孔質シリコン層6の密度を小さくすれば、多孔質シリコン酸化物6'の密度も小さくなり、絶縁性劣化、また後に続くエッチング工程においてエッチング速度が早いためにパターン異常という問題も発生するので、多孔質シリコン層密度を小さくすることはできなかった。

この発明は、以上述べた多孔質シリコン層の酸化工程により発生するシリコン島領域の欠陥および基板の反りを軽減し、かつ絶縁特性に優れ、エッチングによるパターン異常などの発生もない半導体装置の製造方法を提供することを目的とする。(課題を解決するための手段)

この発明は、フッ化水素酸溶液中で陽極化成して、シリコン基板を表面側から所定の深さまで多孔質シリコン層とし、その後、該多孔質シリコン

層の酸化工程を有する半導体装置の製造方法において、多孔質シリコン層形成工程を次の通りとする。まず、第1段階として濃度の高いフッ化水素酸溶液中で陽極化成を行い、次に第2段階として濃度の低いフッ化水素酸溶液中で陽極化成する。(作用)

フッ化水素酸溶液中での陽極化成によりシリコン基板に多孔質シリコン層を形成するわけであるが、この時、多孔質シリコン層の密度はフッ化水素酸溶液の濃度(フッ化水素酸の濃度)に左右される。第2図に示すように、フッ化水素酸の濃度が高ければ、多孔質シリコン層の密度は高くなり、フッ化水素酸の濃度が低ければ、多孔質シリコン層の密度も低くなる。したがって、上記この発明のように、まず第1段階として濃度の高いフッ化水素酸溶液中で陽極化成を行い、次に第2段階として濃度の低いフッ化水素酸溶液中で陽極化成を行えば、基板の表面側には高密度(従来と同じ密度)の多孔質シリコン層が形成され、基板の深い領域には低密度の多孔質シリコン層が形成される。

すなわち、シリコン基板の深さ方向に密度の異なる多孔質シリコン層が形成されることになる。そして、このような多孔質シリコン層を酸化して多孔質シリコン酸化物を形成すれば、多孔質シリコン層の密度に対応して、表面付近は密度の高い(従来と同じ密度の)多孔質シリコン酸化物となり、深い領域は密度の低い多孔質シリコン酸化物となる。そして、表面付近に従来と同じ高密度の多孔質シリコン酸化物が形成されていれば、シリコン島領域間の絶縁特性に優れ、かつエッチングによるパターン異常も発生しない。一方、深い領域は前述のように多孔質シリコン層密度が低く、これを酸化して多孔質シリコン酸化物とするために要する時間が短いので、シリコン島領域での欠陥および基板の反りが軽減される。

(実施例)

以下この発明の一実施例を第1図を参照して説明する。

この発明の一実施例では、第1図(a)に示すように、P型シリコン基板11に絶縁酸化膜12を

被覆し、この窒化膜12にホトリソエッチング技術にて分離開口窓13を形成し、その分離開口窓13を通して基板11にP型不純物のイオン注入を行い、さらに全面にN型不純物のイオン注入を行うことにより、窒化膜12下のみN型層のシリコン島領域14を形成するまでは第3図の従来技術と同様である。

次に、従来技術では、フッ化水素酸溶液中で基板11の表面から所定の深さまで一度に陽極化成を行い、多孔質シリコン層を形成するが、この発明の一実施例では、陽極化成(多孔質シリコン層の形成工程)を2段階に分けて行う。

まず、第1段階として、40%のフッ化水素酸溶液中で陽極化成を行い、第1図(a)に示すように基板11の表面側に、従来と同程度の高密度の多孔質シリコン層15を形成する。続いて第2段階として、20%のフッ化水素酸溶液中で陽極化成を行い、前記多孔質シリコン層15に連続して第1図(b)~(c)に示すように低密度の多孔質シリコン層16を基板11の深い領域に形成する。

コン層16は、高密度多孔質シリコン層15の下5 $\mu$ m程度の深さまで形成するようにする。なお、第1図(b)~(c)において、矢印は化成電流の流れを示す。

上述のようにして基板11の深さ方向に密度の異なる多孔質シリコン層15、16を形成したならば、次にこの多孔質シリコン層15、16を例えば1000~1100℃ウェットO<sub>2</sub>中で熱酸化する。これにより、第1図(d)に示すように、基板11の表面付近には、多孔質シリコン層15を酸化してなる密度の高い多孔質シリコン酸化物15'が形成され、深い領域には、多孔質シリコン層16を酸化してなる密度の低い多孔質シリコン酸化物16'が形成される。そして、この多孔質シリコン酸化物15'、16'により複数のシリコン島領域14が互いに電気的に分離される。

その後はシリコン島領域14上の絶縁窒化膜12を除去し、シリコン島領域14に対してトランジスタを形成する。

(発明の効果)

ここで、第2図にフッ化水素酸溶液の濃度(フッ化水素酸の濃度)と得られる多孔質シリコン層の密度との関係を示す。この図より明らかなように、フッ化水素酸濃度を40%とすれば、1.0(g/cm<sup>3</sup>)程度の高密度の多孔質シリコン層15が得られる。一方、フッ化水素酸濃度を20%とすれば0.6(g/cm<sup>3</sup>)程度の低密度の多孔質シリコン層16が得られることになる。なお、この第2図の密度から、高密度の多孔質シリコン層15を得る第1段階においては、フッ化水素酸濃度は40 $\pm$ 5%が適当である。フッ化水素酸濃度を50%以上とすれば密度はより高くなるが、多孔質シリコン層の表面が荒るため好ましくない。また、低濃度の多孔質シリコン層16を得る第2段階においては、フッ化水素酸濃度は20~30%が適当である。また、例えばシリコン島領域14の拡散深さを0.5 $\mu$ mとした場合は、高密度の多孔質シリコン層15はシリコン島領域14と同一の深さ、あるいはそれより深い1~2 $\mu$ mの深さまで形成するようにする。また、低密度の多孔質シリ

以上詳細に説明したように、この発明の製造方法によれば、フッ化水素酸溶液の濃度を変えて陽極化成を2段階に分けて行って、基板の表面側には高密度の多孔質シリコン層、基板の深い領域には低密度の多孔質シリコン層を形成するようにしたので、次のような効果が期待できる。

- (1) 多孔質シリコン層を酸化して多孔質シリコン酸化物とした時、表面付近は従来と同じ高密度の多孔質シリコン酸化物が形成されるので、シリコン島領域の絶縁特性に優れ、かつエッチングによるパターン異常も発生しない。
- (2) 深い領域は多孔質シリコン層密度が低く、これを酸化して多孔質シリコン酸化物とするために要する時間が短いので、シリコン島領域での欠陥および基板の反りを軽減できる。したがって、欠陥によるトランジスタ劣化がなく、かつパターン精度のよい素子の製造が可能となる。

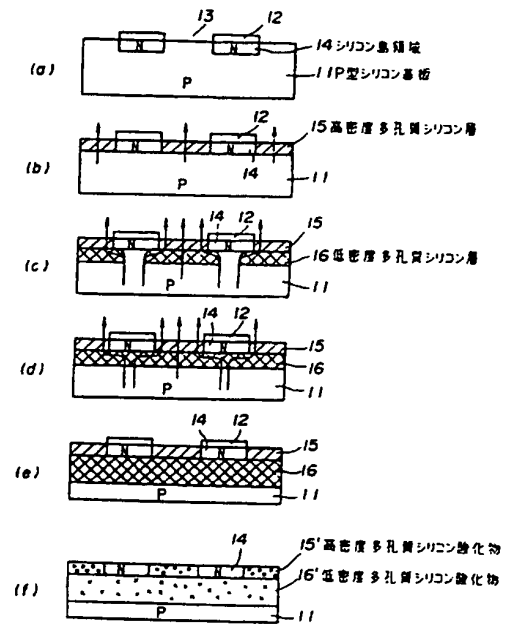
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図はこの発明の半導体装置の製造方法の一

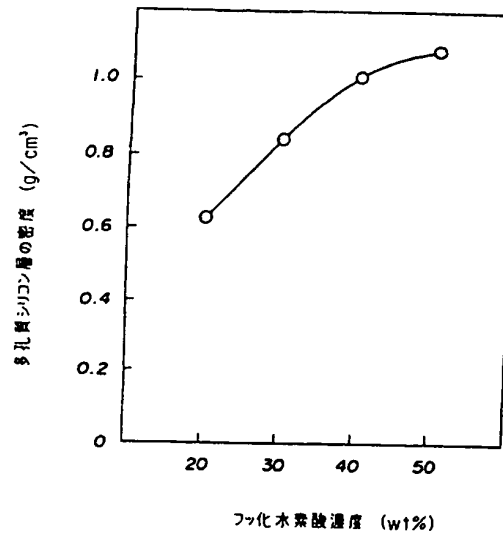
実施例を示す工程断面図、第2図はフッ化水素酸濃度と多孔質シリコン層密度の関係を示す特性図、第3図は従来の製造方法を示す工程断面図である。

11…P型シリコン基板、15…高密度多孔質シリコン層、16…低密度多孔質シリコン層、15'…高密度多孔質シリコン酸化物、16'…低密度多孔質シリコン酸化物。

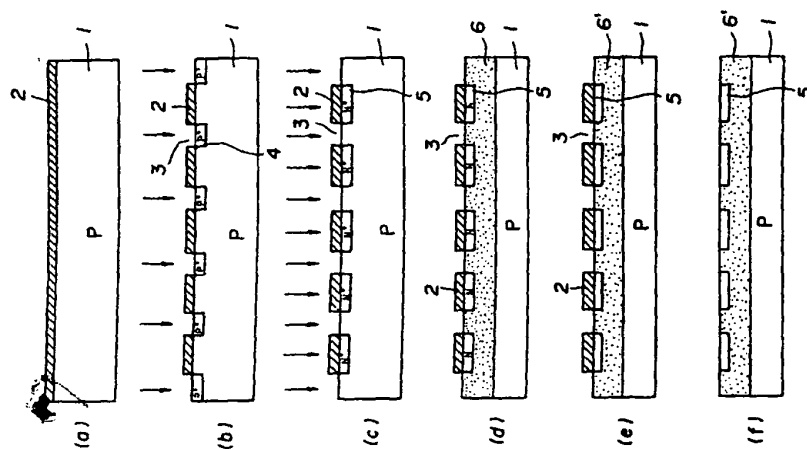
特許出願人 沖電気工業株式会社  
代理人 弁理士 菊池 弘



本発明の一実施例  
第1図



HF濃度と多孔質シリコン層密度の関係  
第2図



従来の製造方法  
第3図